

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5436869号
(P5436869)

(45) 発行日 平成26年3月5日 (2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日 (2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 7 Z

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 7 2 B

H O 1 L 21/304 6 4 3 A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-6461 (P2009-6461)
 (22) 出願日 平成21年1月15日 (2009.1.15)
 (65) 公開番号 特開2010-165825 (P2010-165825A)
 (43) 公開日 平成22年7月29日 (2010.7.29)
 審査請求日 平成24年1月13日 (2012.1.13)

(73) 特許権者 000002428
 芝浦メカトロニクス株式会社
 神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一
 (74) 代理人 100098327
 弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理装置であって、
 気体と液体から前記微小気泡を含む液体を生成する微小気泡生成部と、
 前記微小気泡を含む液体を前記基板に吐出するノズルと、
 前記ノズルから吐出され前記基板に到達する前の前記微小気泡を含む液体に対して過熱
 水蒸気または温水を供給する加熱媒体吐出ノズルと、
 を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】

前記微小気泡を含む液体は、ナノバブルを含み、飽和状態までガス溶解されていること
 を特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

10

【請求項 3】

基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理方法であって、
 微小気泡生成部は、気体と液体から前記微小気泡を含む液体を生成し、
 ノズルから前記微小気泡を含む液体を前記基板に吐出する際に、前記基板に到達する前
 の前記微小気泡を含む液体に対して過熱水蒸気または温水を供給することを特徴とする基
 板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、基板処理装置および基板処理方法に関し、特に例えば液晶パネル基板や半導体基板等の洗浄や表面活性化処理の際に液体中のナノバブルのような微小気泡を有効に用いることができる基板処理装置および基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一例として、基板処理装置は、液晶パネルや半導体基板の製造工程において液晶パネルや半導体基板に対して純水や薬液等の液体を供給して処理を行う。この種の基板処理装置では、基板に付着したパーティクルを除去する必要がある。

【0003】

基板処理装置の基板のパーティクルを除去するために、特許文献1では、基板処理装置に対してマイクロバブル発生部を接続して、マイクロバブル発生部からマイクロバブルを含む純水を処理槽内の基板に供給することが提案されている。

【0004】

このマイクロバブル発生部の構造は、特許文献1の図9に記載されており、マイクロバブル発生部は、ケーシングの中に送水管と、この送水管を取り囲む送気路とを形成した構造になっている。送気路は窒素ガス供給部と真空ポンプに接続されており、送気路を流れる窒素ガスの圧力は、真空ポンプの作動により調整してケーシング内を加減圧できる。これにより、ケーシング内を減圧した場合には、送水管を流れる純水から余分な気体が過飽和となって析出し、その気体は中空子分離膜を通して送気路へ流出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006 179765号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献1に記載されているマイクロバブル発生部の構造では、送気路内は真空ポンプに接続する必要があるため、送気路内を流れる窒素ガスの圧力を調整しなければならない。しかも、窒素ガス供給側と窒素ガスを排出する側のそれぞれに圧力調整用のレギュレータが必要である。このため、マイクロバブル発生部の構造が複雑である。真空ポンプによる圧力の調整を正確に行わないと、マイクロバブルを含む純水を確実に供給できない恐れもある。

【0007】

一方、本発明者は、微小気泡の一例であるナノバブルについて研究を進めているなかで、ナノバブル生成過程においてガスが液体中に飽和濃度まで溶解することが判明している。本発明者は、バブル生成過程の時間経過に伴いナノバブルは液体のクラスタ中から脱離を起こすと考えている。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、その目的は、ガスが飽和した状態の液体を基板の処理時に瞬時に加熱して微小気泡の生成と破壊を行うことで、簡単な構成でありながら微小気泡を有効に利用して基板の処理を確実に行うことができる基板処理装置および基板処理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の基板処理装置は、基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理装置であって、気体と液体から前記微小気泡を含む液体を生成する微小気泡生成部と、前記微小気泡を含む液体を前記基板に吐出するノズルと、前記ノズルから吐出され前記基板に到達する前の前記微小気泡を含む液体に対して過熱水蒸気または温水を供給する加熱媒体吐出ノズルと、を有することを特徴とする。

【0010】

本発明の基板処理方法は、基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理方法であって、微小気泡生成部は、気体と液体から前記微小気泡を含む液体を生成し、ノズルから前記微小気泡を含む液体を前記基板に吐出する際に、前記基板に到達する前の前記微小気泡を含む液体に対して過熱水蒸気または温水を供給することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、例えばガスが飽和した状態の液体を基板の処理時に瞬時に加熱して微小気泡の生成と破壊を行うことで、簡単な構成でありながら微小気泡を有効に利用して基板の処理を確実に行うことができる基板処理装置および基板処理方法を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の基板処理装置の好ましい実施の形態を示す図である。

【図2】図1に示す基板処理装置の処理ユニットの構成例を示す図である。

【図3】図2に示す加熱手段を拡大して示す図である。

【図4】本発明の別の実施の形態を示す図である。

【図5】本発明の別の実施の形態を示す図である。

【図6】気体の溶解度が温度により変化する例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0014】

図1は、本発明の基板処理装置の好ましい実施の形態を示している。

【0015】

図1に示す基板処理装置1は、カセットステーション2と、ロボット3と、複数の処理ユニット4、4を備えている。

【0016】

基板処理装置1は、枚葉式の基板処理を行う装置であり、カセットステーション2は、複数のカセット5、5を有しており、各カセット5は複数枚の基板Wを収容している。基板としては、例えば半導体ウェーハ基板である。

30

【0017】

ロボット3は、カセットステーション2と複数の処理ユニット4、4の間に配置されている。ロボット3は、各カセット5に収容されている基板Wを処理ユニット4側に搬送する。また、ロボット3は、処理ユニット4側の処理後の基板Wを、別のカセット5に搬送して戻す。各処理ユニット4は、基板Wを保持して回転させて、微小気泡を含む液体を供給することにより、例えば基板Wの表面を洗浄処理する。

【0018】

図2は、図1に示す基板処理装置1の処理ユニット4の構成例を示している。

【0019】

40

図2に示す枚葉式の処理ユニット4は、微小気泡生成部10と、基板保持部11と、ノズル操作部12と、ダウンフロー用のフィルタ付きファン13と、カップ14と、ノズル15と、処理室16と、制御部20を有する。

【0020】

図2に示す基板保持部11は、円板のベース部材17と、回転軸18と、モータ19を有しており、ベース部材17の上には基板Wが着脱可能に固定される。処理室16内には、カップ14とノズル15とベース部材17とモータ19の回転軸18が収容されている。回転軸18の先端部にはベース部材17が固定されている。モータ19が制御部20の指令により動作することで、ベース部材17はR方向に連続回転することができる。

【0021】

50

図 2 に示すノズル 1 5 は基板 W の上部に配置されており、制御部 2 0 の指令により操作部 1 2 が動作すると、ノズル 1 5 は Z 方向（上下方向）と X 方向（基板 W の半径方向）に移動して、微小気泡を含む液体 L を基板 W に吐出すことができる。

【 0 0 2 2 】

図 2 に示す微小気泡生成部 1 0 は、微小気泡生成ユニット 3 0 と、気体供給部 3 2 と、液体供給部 3 4 を有している。微小気泡生成ユニット 3 0 は、配管 3 1 B とバルブ 3 1 を介して気体供給部 3 2 に接続されている。微小気泡生成ユニット 3 0 は、配管 3 3 B とバルブ 3 3 を介して液体供給部 3 4 に接続されている。さらに、微小気泡生成ユニット 3 0 は、配管 4 1 とバルブ 4 3 を介してノズル 1 5 に対して接続されている。気体供給部 3 2 は、気体の一例である窒素ガスを供給する。液体供給部 3 4 は、液体の一例である純水を供給する。バルブ 3 1 , 3 3 , 4 3 は、制御部 2 0 の指令により開閉量が制御される。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 に示す微小気泡生成ユニット 3 0 は、気体供給部 3 2 から供給された窒素ガスを例えば多孔質フィルタに通すことで多数の微小気泡を生成して、液体供給部 3 4 から供給された純水に通すことで、生成された多数の微小気泡を純水中に含ませる。多数の微小気泡は、好ましくはナノバブル N B であり、微小気泡を含む液体 L はナノバブル N B を含む液体であって、ナノバブル水ともいう。この微小気泡を含む液体 L は、ナノバブル N B を含ませる際に、飽和状態までガス溶解させてある液体である。

【 0 0 2 4 】

これにより、微小気泡生成ユニット 3 0 は、多数の微小気泡を含む液体 L を生成して配管 4 1 を介してノズル 1 5 側に供給して、ノズル 1 5 は微小気泡を含む液体 L を基板 W の表面に対して吐出すことができる。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、処理ユニット 4 は、さらに加熱手段 5 0 を有している。この加熱手段 5 0 は、加熱媒体吐出ノズル 5 1 と、加熱媒体貯蔵部 5 2 と、配管 5 3 と、バルブ 5 4 を有する、バルブ 5 4 は、制御部 2 0 の指令により開閉量が制御される。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、加熱手段 5 0 を拡大して示している。

【 0 0 2 7 】

図 2 と図 3 に示す加熱手段 5 0 では、加熱媒体吐出ノズル 5 1 と加熱媒体貯蔵部 5 2 が配管 5 3 とバルブ 5 4 を介して接続されており、加熱媒体貯蔵部 5 2 内には、加熱媒体として例えば過熱水蒸気もしくは温水 5 5 が貯蔵されている。図 3 に示すように加熱媒体吐出ノズル 5 1 は、基板 W の表面に対して角度 で斜めに向けて配置されている。ノズル 1 5 は、基板 W に対して垂直に配置されている。

30

【 0 0 2 8 】

これにより、バルブ 5 4 を開けることで、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 は、加熱媒体吐出ノズル 5 1 を介して、ノズル 1 5 から吐出した微小気泡を含む液体 L の下部に向けて噴射される。このため、ノズル 1 5 からの微小気泡を含む液体 L が基板 W に到達する際に、加熱媒体吐出ノズル 5 1 は過熱水蒸気もしくは温水 5 5 をノズル 1 5 からの微小気泡を含む純水 L に対して混合させて、ナノバブル N B である微小気泡を含む液体 L の温度を上げることができる。従って、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 がナノバブル N B である微小気泡を含む液体 L を積極的に加温することで、ナノバブル N B である微小気泡を含む液体 L 中の飽和溶存ガスから気泡を生成させて破壊させることができるようになっている。

40

【 0 0 2 9 】

次に、図 2 と図 3 を参照して、基板 W を洗浄処理する基板処理方法の例を説明する。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示す制御部 2 0 がバルブ 3 1 , 3 3 を開くことにより、窒素ガスのような気体が気体供給部 3 2 から微小気泡生成ユニット 3 0 内に供給されるとともに、純水のような液体が液体供給部 3 4 から微小気泡生成ユニット 3 0 内に供給される。微小気泡生成ユニット 3 0 内では、予め定めた微小気泡密度を有する微小気泡を含む液体 L が生成される。

50

【 0 0 3 1 】

この微小気泡を含む液体 L は、配管 4 1 を介してノズル 1 5 に供給される。これにより、微小気泡を含む液体 L は、ノズル 1 5 を通じて基板 W に吐出すことができる。ナノバブル NB である微小気泡を含む液体 L を基板 W の表面に吐出すことで、ナノバブル NB の持つマイナス電位が、プラスにチャージされたパーティクルのような汚染物を包み込んで、この汚染物を微小気泡と共に基板 W の表面から除去できる。

【 0 0 3 2 】

ところで、ノズル 1 5 からの微小気泡を含む液体 L が基板 W に到達する際に、加熱媒体吐出ノズル 5 1 からは、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 をノズル 1 5 からの微小気泡を含む純水 L に対して混合させて、ナノバブル NB である微小気泡を含む液体 L の液温を上げ、基板 W を加熱することができる。

10

【 0 0 3 3 】

従って、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 がナノバブル NB である微小気泡を含む液体 L を積極的に加温することで、ナノバブル NB である微小気泡を含む液体 L 中の飽和溶存ガスから気泡が生成されて破壊させることができる。

【 0 0 3 4 】

このように、微小気泡を含む液体 L 中の気体の溶解度が液体温度によって変化することを利用して、飽和溶解状態にある微小気泡を含む液体 L をノズル 1 5 から吐出時に加温することで、すでに液体 L に存在しているナノバブル NB だけを使用するだけでなく、さらに溶解ガスをナノバブルの気泡として放出してバブル化させる。このようにして加熱することで新たにバブル化したナノバブルと、すでに液体 L に存在しているナノバブル NB を圧壊することで、圧壊によって生じる衝撃力で洗浄効果が出る。このため、すでに液体 L に存在しているナノバブル NB を利用するだけでなく、加熱することで新たにバブル化したナノバブルを有効利用できる。

20

【 0 0 3 5 】

次に、本発明の別の実施の形態を図 4 と図 5 を参照して説明する。

【 0 0 3 6 】

図 4 に示す本発明の別の実施の形態では、図 2 と図 3 に示す実施の形態とは異なり、加熱手段 5 0 B の加熱媒体吐出ノズル 5 1 は、ノズル 1 5 から基板 W に対して供給されようとしている微小気泡を含む液体 L に向けて、基板 W と例えば平行方向に向けて配置されている。これにより、バルブ 5 4 を開けることで、加熱媒体吐出ノズル 5 1 は、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 を、ノズル 1 5 から吐出した直後の微小気泡を含む液体 L に向けて噴射する。このため、ノズル 1 5 からの微小気泡を含む液体 L が基板 W に到達する前に、過熱水蒸気もしくは温水 5 5 をノズル 1 5 からの微小気泡を含む液体 L に対して混合させて、ナノバブル NB である微小気泡を含む液体 L の温度を上げることができる。

30

【 0 0 3 7 】

また、図 5 に示す本発明の別の実施の形態では、図 2 に示す加熱手段 5 0 に代えて、別の加熱手段 5 0 C が配置されている。この加熱手段 5 0 C は、制御部 2 0 に対して電氣的に接続されたヒータであり、制御部 2 0 が加熱手段 5 0 C に通電することで、基板 W を加熱でき、この基板 W の加熱によりノズル 1 5 から基板 W 上に吐出した微小気泡を含む液体 L に熱を伝えて、微小気泡を含む液体 L の温度を上げることができる。ヒータは、基板を加熱することで、基板の熱が微小気泡を含む液体の温度を上げることができ、ヒータを設ければ良いので、加熱手段の構造が簡単になる。

40

【 0 0 3 8 】

図 6 は、気体の溶解度が温度により変化する参考例を示している。

【 0 0 3 9 】

図 6 に示すように、窒素、酸素、二酸化炭素、塩化水素、アンモニアの溶解度は、1 a t m の気体が媒体と接しているとき、溶媒 1 m l 中に溶け込む気体の体積 (m l) を、標準状態での体積に変換して表すことが多い。気体の溶解度は、一般に高温になるほど小さくなるが、これは温度が高いと溶媒分子や溶けた気体分子の熱運動が激しいために、気体分

50

子が溶液中から空間に飛び出しやすいからである。

【 0 0 4 0 】

本発明の基板処理装置の実施の形態では、本発明者がナノバブルについて鋭意研究を進めてきている中で、ナノバブル生成過程においてガスは液体中に飽和濃度まで溶解することが判明している。また、バブル生成後の時間経過に伴いナノサイズのバブルは、液体のクラスタ中から脱離を起こすと考えられる。ナノバブルは、溶存ガスとしても溶解して存在し液体の物性を変化させ、基板等の処理対象物の表面改質等の効果を発揮するが、洗浄効果としては、ナノバブルが破裂することで生じる衝撃力によって汚れを落とすことができることである。

【 0 0 4 1 】

そこで、基板Wの表面を洗浄処理する場合には、ガスが飽和した状態の微小気泡を含む液体Lを基板Wの洗浄利用時に加熱して、微小気泡を含む液体Lからさらに気泡（ナノバブル）を生成して破壊させる。各実施形態では、温度によって微小気泡を含む液体L中のガス溶解度が異なることを利用している。

【 0 0 4 2 】

本発明の基板処理装置は、基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理装置であって、気体と液体から微小気泡を含む液体を生成する微小気泡生成部と、微小気泡を含む液体を基板に吐出するノズルと、ノズルから吐出された微小気泡を含む液体の温度を上げる加熱手段と、を備える。これにより、例えばガスが飽和した状態の液体を基板の処理時に瞬時に加熱して微小気泡の生成を行うことで、簡単な構成でありながら微小気泡を有効に利用して基板の処理を確実に行うことができる。

【 0 0 4 3 】

本発明の基板処理装置では、加熱手段は、ノズルから吐出された微小気泡を含む液体に対して過熱水蒸気または温水を供給する。これにより、微小気泡を含む液体は、過熱水蒸気または温水を混合することで直接温度を上げることができる。

【 0 0 4 4 】

本発明の基板処理装置では、加熱手段は、基板を加熱することでノズルから基板に吐出された微小気泡を含む液体の温度を上げるヒータである。これにより、ヒータは、基板を加熱することで、基板の熱が微小気泡を含む液体の温度を上げることができ、ヒータを設ければ良いだけなので、加熱手段の構造が簡単になる。

【 0 0 4 5 】

本発明の基板処理装置では、微小気泡を含む液体は、ナノバブルを含み、飽和状態までガス溶解されている。これにより、すでに液体内に存在しているナノバブルに加えて加熱により飽和状態になっているガスからさらに多くのナノバブルを発生させて有効に利用できる。

【 0 0 4 6 】

本発明の基板処理方法では、基板に対して微小気泡を含む液体を供給して基板を処理する基板処理方法であって、微小気泡生成部は、気体と液体から微小気泡を含む液体を生成し、ノズルから微小気泡を含む液体を基板に吐出する際に、加熱手段が微小気泡を含む液体の温度を上げることを特徴とする。これにより、例えばガスが飽和した状態の液体を基板の処理時に瞬時に加熱して微小気泡の生成を行うことで、簡単な構成でありながら微小気泡を有効に利用して基板の処理を確実に行うことができる。

【 0 0 4 7 】

ところで、本発明では、微小気泡とは、微細気泡あるいはマイクロ・ナノバブルともいい、マイクロバブル（MB）、マイクロナノバブル（MNB）、ナノバブル（NB）を含む概念である。マイクロバブル（MB）とは、その発生時に気泡の直径が $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 程度の微小な気泡のことをいい、マイクロナノバブル（MNB）とは、その発生時に気泡の直径が $10\mu\text{m} \sim$ 十数 μm 程度の微小な気泡のことをいう。さらに、ナノバブル（NB）とは、数百nm以下の微小な気泡のことをいう。

【 0 0 4 8 】

本発明は上記実施の形態に限定されない。本発明の上記基板処理装置は、例えば基板Wの表面を洗浄処理するのに用いられているが、これに限らず基板の表面の活性化等の改質処理等にも用いることができる。ナノバブルは、溶存ガスとしても溶解して存在し液体の物性を変化させ、基板等の処理対象物の表面改質等の効果を発揮する。しかし、基板の洗浄効果を得るためには、ナノバブルが破裂することで生じる衝撃力によって汚れを落とすことができることが望ましい。

【0049】

気体としては、窒素ガスに代えてオゾンガスや空気を用いることもできる。液体としては、純水の他に酸性液やアルカリ液を用いることができる。

【0050】

さらに、本発明の実施の形態に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることにより種々の発明を形成できる。例えば、本発明の実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施の形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0051】

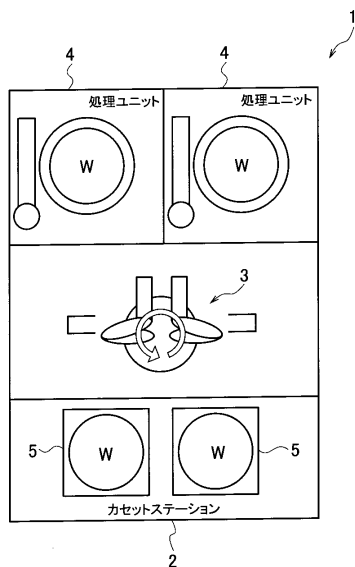
1	基板処理装置
4	処理ユニット
10	微小気泡生成部
11	基板保持部
15	ノズル
32	気体供給部
34	液体供給部
50	加熱手段
51	加熱媒体吐出ノズル
52	加熱媒体貯蔵部
53	配管
54	バルブ
55	過熱水蒸気もしくは温水
L	微小気泡を含む液体
NB	ナノバブル
W	基板

10

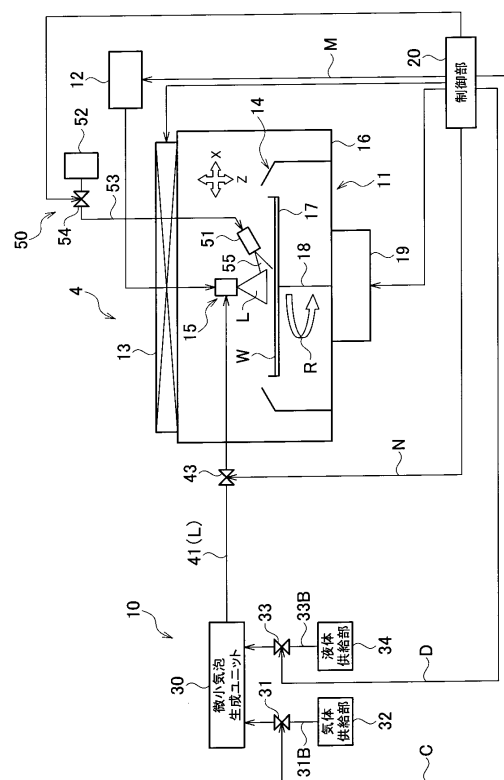
20

30

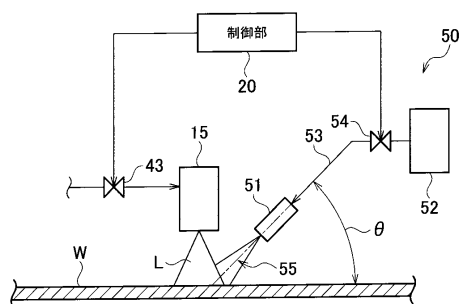
【圖 1】



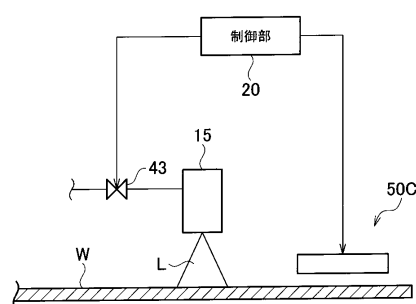
【圖 2】



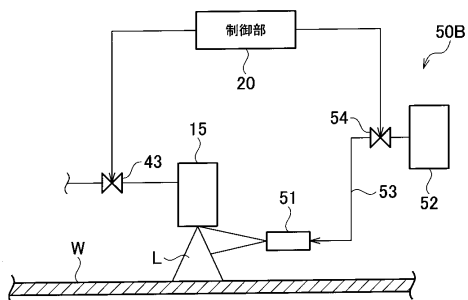
【 図 3 】



【 図 5 】



【圖 4】



【 図 6 】

気体	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃
窒素 N ₂	0.024	0.016	0.012	0.010	0.0096
酸素 O ₂	0.049	0.031	0.023	0.019	0.018
二酸化炭素 CO ₂	1.17	0.88	0.53	0.36	—
塩化水素 HCl	507	442	386	339	—
アンモニア NH ₃	1176	702	—	—	—



フロントページの続き

- (72)発明者 廣瀬 治道
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 安部 正泰
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 西部 幸伸
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 菊池 勉
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内
- (72)発明者 安藤 佳大
神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社 横浜事業所内

審査官 早房 長隆

- (56)参考文献 特開2006-179765(JP,A)
特開2008-085231(JP,A)
特開2006-181426(JP,A)
特開2008-080230(JP,A)
特開2008-168221(JP,A)
特開2007-235065(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

H01L 21/027